307—312

271(3)

动 物 学 研 究 14 (4): 307—312
Zoological Research

ISSN 0254-5853
CN 53-1040 / Q

盘鮈属鱼类口吸盘的形态分化及其意义*

周 伟 崔桂华 刘德胜
(中国科学院昆明动物研究所 650223)

Q959.468

A

摘要 本文从研究盘鮈属鱼类口吸盘的形态结构入手，探讨它们口吸盘结构分化的进化意义和生物学意义。具大、小吸盘的两个类群是盘鮈鱼类在演化进程中分化成的两个自然类群，它们为适应不同的栖息环境，吸盘的微观结构和须的长短等进一步分化，分化途径在两个类群各不相同。

关键词: 鲤科，盘鮈属，口吸盘，分化，扫描电镜 鱼纲

盘鮈属 (*Discogobio*) 鱼类已记录 9 种，以往的研究多注意常规分类性状的对比，如侧线鳞和脊椎骨数的多少，体长与体高的比值以及鳔的前后室比值的变化等，总的目的是为了鉴定物种，解决分类问题（林书颜，1931；伍献文，1977；黄顺友，1989），只在近期的分类整理工作中涉及到一定的物种分化和适应问题（褚新洛等，1993；Cui *et al.*，1993），但并未作深入的专题研究。盘鮈属鱼类多数种类生活于江河，只有少数种类或居群（population）生活于湖泊，进化总趋势是向着急流中底栖的方向演化，与此相适应，身体的形态和部分器官发生了一系列变化，其中以口部变化最突出，形成特殊的口吸盘，盘鮈凭此吸附在水底岩石表面。本文试图从研究盘鮈鱼类口吸盘的形态结构入手，探讨其口吸盘的分化表达及其进化意义和生物学意义，从而把研究工作引向深入。

材 料 和 方 法

本工作采用宏观和微观相结合的方法，研究盘鮈鱼类的口吸盘分化。口吸盘宏观结构使用 Olympus SZ-3 型双筒解剖镜观察和 Minlta X-300 型照相机照相；微观结构使用日立 H-300 型透射电镜的扫描附件观察并照相。电镜样品的制备过程基本按常规方法进行，只是样品清洗改用 5%盐酸先浸泡约 5 min 后，滴管抽吸清洗约 5 min，换蒸馏水 2 次，接下去进入常规程序（周伟等，1990）。为了保证观察的准确性和可靠性，每一种类电镜观察 2-4 号标本，宏观比较一般不少于 15 号标本。

* 1990 年中国科学院生物分类区系专项经费资助项目的部分工作。
本文 1992 年 10 月 20 日收到，同年 12 月 25 日修回。

口吸盘的比较

狭义地说，盘鮈的口吸盘指的是口部具后游离缘的盘状结构。而盘鮈的吻皮下包，一定程度上也参予完成吸附过程；另外，口角须不仅着生部位与吸盘有关，而且其分化也与吸盘的分化、适应密切相关。因此，本项工作所指的口吸盘含义稍广一点，包括吻皮和口角须。

1. 口吸盘的宏观形态比较

(1) 口吸盘的大小分化　随吸盘游离缘后伸程度的不同，可分为两类，一类游离缘长，后伸达或过眼前缘下方，为大吸盘，包括7种盘鮈，即：云南盘鮈 *D. yunnanensis* (Regan)、短鳔盘鮈 *D. brachyphysallidos* Huang、长体盘鮈 *D. elongatus* Huang、四须盘鮈 *D. tetrabarbatus* Lin (图版Ⅰ：1)、双珠盘鮈 *D. bismargaritus* Chu, Cui *et* Zhou (图版Ⅰ：2)、宽头盘鮈 *D. laticeps* Chu, Cui *et* Zhou 和多线盘鮈 *D. multilineatus* Cui, Zhou *et* Lan；另一类游离缘短，后伸不达眼前缘下方，为小吸盘，包括：长鳔盘鮈 *D. macrophysallidos* Huang (图版Ⅰ：3) 和长须盘鮈 *D. longibarbatus* Wu (图版Ⅰ：4)。

(2) 马蹄隆起和中央肉质垫的分化　它们的分化与吸盘的大小分化相关。小吸盘类的中央肉质垫小，最宽处一般显著小于眼径，它们的马蹄隆起宽厚而肉质，略呈半圆形(图版Ⅰ：3，4)。大吸盘类的马蹄隆起形状变化较大，但基本可归为两类：开口向后的C形（双珠盘鮈、宽头盘鮈）(图版Ⅰ：2) 和开口向后的阔U形（包括其余几种盘鮈）(图版Ⅰ：1)，前一类的中央肉质垫相对较小，最宽处一般等于或略大于眼径，马蹄隆起多宽厚、肉质；后一类的中央肉质垫则较大，最宽处显著大于眼径，马蹄隆起的厚度相对较窄。

2. 口吸盘的微观形态比较

(1) 吻皮表面的亚显微结构　吻皮边缘的流苏状结构乃是由许多乳突排列构成，一类乳突顶部具触手状突起，另一类乳突无触手，表面分布着味蕾和具不规则环状微脊的 Malpighian 细胞。两种乳突相间排列，种间未发现差异 (图版Ⅰ：5)。

(2) 上下颌表面的亚显微结构　各种盘鮈上下颌的角质鞘均为微隆起、多角状的角细胞镶嵌而成，角细胞间具微隙 (图版Ⅰ：6，7)。在角细胞带的内外两侧为排列致密的表皮细胞。下颌基部两口角之间的沟中均分布着1行圆丘状突起 (图版Ⅰ：6，8)，此外，在口角处一般还有3行较短的圆丘状突起。圆丘状突起表面也分布着味蕾和具不规则环状微脊的 Malpighian 细胞。

(3) 吸盘表面的亚显微结构　各种盘鮈吸盘表面均具微小颗粒，扫描电镜显示这些颗粒呈乳突状，其上着生触手状突起。不同种类的乳突分布范围、乳突密集程度及触手的多寡等均不相等。云南盘鮈、短鳔盘鮈、四须盘鮈和多线盘鮈中央肉质垫的无乳突区范围较大，而乳突分布区呈三角形，顶角向前，后部与吸盘侧及后部的乳突连成一片 (图版Ⅱ：11)；肉质垫中部乳突上的触手数目较其余部分乳突的触手数目少。其中云南盘鮈不同产地的标本，吸盘表面乳突上的触手数目变异也较大，一般规律为，生活于急

流的个体触手数目多（图版Ⅱ：12），生活于缓流水或龙潭的个体触手数目少（图版Ⅱ：13）。双珠盘鮈、宽头盘鮈、长体盘鮈和长鳔盘鮈（生活于江河的个体）中央肉质垫上几乎布满大小相等的乳突，整个吸盘表面的乳突排列均十分密集，且触手也多（图版Ⅱ：14—17）。长须盘鮈、长鳔盘鮈（生活于湖泊的个体）的整个吸盘表面的乳突稀疏，其上的触手也少（图版Ⅱ：18—21）。

3. 口角须的形态比较

在多数种类，口角须均比较短，后伸不达或略过吸盘后缘；唯有长须盘鮈的口角须后伸达或过眼中点垂直下方。电镜高倍率观察可见须表面亦为具不规则环状微脊的Malpighian细胞和味蕾（图版Ⅰ：9，10）。而须延长，意味着表面积相对增加，味蕾数目亦随着增加。

口吸盘的分化与适应意义

口吸盘的形态分化是盘鮈鱼类在长期的演化进程中留下的烙印，也是它们适应各种环境的结果。反过来，吸盘的形态分化为探索种间的系统发育关系留下了线索，也为研究它们与环境的适应关系提供了依据。对云南盘鮈的专题研究表明，它的口吸盘是抵御急流冲击的吸附器官，吸盘还参予吸附前进运动，使鱼能逆流而上；而在吸附前进运动中，常伴随用颌铲刮着生藻类的取食活动。口吸盘的吸附功能主要来自中央肉质垫的上下往复运动，造成抽提，产生真空吸附；其次是乳突及其表面触手的抓附作用。而在吸附前进运动中，可能乳突及其表面的触手的蠕动起辅助推进作用（周伟等，1993）。对口吸盘分化与适应意义的分析就基于上述认识前提。

盘鮈鱼类口吸盘的大小分化，其实质是吸盘面积的差异。相对于大吸盘种类而言，小吸盘种类因吸附面小，它们的吸附能力就弱一些。因为真空吸附的抽提作用来自于中央肉质垫的往复运动，肉质垫面积的大小直接影响抽提效率的高低，最终也表现为吸附能力的强弱。口吸盘的大小与中央肉质垫的大小呈一致变化，即大吸盘种类具大的肉质垫，而小吸盘种类具小的肉质垫。在一定程度上，口吸盘大小与肉质垫大小的一致变化反映了局部结构与整体结构的相互联系，局部功能与整体功能的相互关系。高效率的抽提功能与大吸附面的配合，吸盘整体的吸附能力就强；反之，吸盘整体的吸附能力就弱一些。

根据对云南盘鮈口吸盘发育的观察，发现中央肉质垫的乳突是从无到有，然后呈局部分布，推测大吸盘鱼类肉质垫的乳突分布的演化趋势是从局部分布向整个肉质垫均有分布演化。因为乳突及其表面的触手具有增强吸附作用的效果，且它们的蠕动还与鱼体吸附前进运动有关，所以肉质垫乳突分布范围的扩大及乳突表面触手数目的增多均是吸附能力增强的表现。在大吸盘类中，云南盘鮈不同居群吸盘表面的乳突分布、密集程度及触手数目等稍有变异，这种变异与各居群的栖息环境更为密切。但无论种内或种间怎样变异，只有长体盘鮈的中央肉质垫大（显著大于眼径），几乎整个表面均分布乳突，且整个吸盘的乳突均排列密集，触手数目亦多，大吸盘的几个种皆无法与之相比。也就是说在大吸盘类的7个种中，长体盘鮈的吸附能力最强，最适应急流生活。另外，长体

盘𬶋身体最细长（体长为体高的 5.9—7.3 倍，其余种类均低于 5.8 倍），也是它最适应急流生活的佐证之一。

小吸盘种类中，长鳔盘𬶋（生活于急流个体）吸盘表面均密布乳突，且触手数目亦多，这是对吸盘小，吸附能力不足的补偿，结果既增强了吸附能力，又保证了它们在吸附前进中的摄食活动，以适应江河急流的底栖生活。长须盘𬶋和长鳔盘𬶋（生活于湖泊的个体）的吸盘小、表面乳突稀疏，吸附能力不足的问题并未得到补偿；由于它们的生活环境不象江河那样严酷，水环境比较平稳，抵御急流冲击已不是保证生存的重要问题，吸附功能减弱并不会过多影响它们的正常生活。

各种盘𬶋颌缘均具角质，下颌基部圆丘状突起上均具味蕾，这样的形态结构表明铲刮石块表面的着生藻类为食是它们的共性，且在一定种类铲刮取食占食物成分的很大比例。从长鳔盘𬶋（生活于湖泊的个体）和长须盘𬶋表面乳突稀疏、吸附能力减弱等推测，铲刮取食的比例可能有所降低，摄取有机物碎屑或颗粒等食物比例有所增加，其中以长须盘𬶋更为突出，它的须增长，须表面的味蕾数目增多，更有利于四处游动觅食。

小 结

口吸盘形态结构的分化，既可能反映各物种之间的亲缘关系，也可能仅仅是对相似环境的一种趋同适应。研究实践中，关键是如何正确判断形态结构差异的本质属性，还事物的本来面目。不可否认吸盘大小的分化一定程度上与各种盘𬶋的栖息环境相关，但无必然的联系。盘𬶋两个类群皆有生活于江河的种类，亦有生活于湖泊或龙潭的种类，甚至两个类群均存在同一种内既有河流居群和湖泊或龙潭居群的情况，如长鳔盘𬶋和云南盘𬶋。因此，作者认为吸盘大小分化的根本意义还在于记录了属内分化的历史和种间分化的亲缘关系。具大小吸盘的两个类群是盘𬶋鱼类在演化进程中分化成的两个自然类群。长体盘𬶋和长鳔盘𬶋（江河型）吸盘表面亚显微结构一致，并不说明它们具有密切的亲缘关系，仅仅表明这是趋同适应的结果。因为在不同的进化线上的 2 个种，为适应相似的生境，产生了相同的亚显微结构，实属平行发展、趋同适应的结果。两个类群在继续演化的进程中，它们为适应不同的环境，吸盘的形态结构进一步分化，分化途径在两个类群各不相同。大吸盘类主要向着进一步增强吸附能力的方向演化，表现为吸盘表面乳突分布范围的扩大和乳突表面触手数目的增加，其中以长体盘𬶋发展得最为完善、最适应急流生活。而小吸盘类则向两个方向演化：一是向乳突分布范围广和乳突表面触手数目增加的方向演化，凭此增强吸附能力等，以弥补吸盘小，吸附能力不足的缺憾，从而适应急流环境的底栖生活，以长鳔盘𬶋的江河居群为代表；另一是并不从微观形态结构方面补偿吸附能力不足，而是以眼增大，须增长的方式，向增强游动觅食能力方向演化，以长须盘𬶋为代表。总之，盘𬶋鱼类吸盘分化历程的研究揭示了类群分化的关系，也是认识结构、功能、适应和谐统一的一个很好的范例。

图 版 说 明

图版 I （1—4 为光镜照片，其余均为扫描电镜照片）

1. 四须盘鮈口吸盘；2. 双珠盘鮈口吸盘；3. 长鳔盘鮈口吸盘；4. 长须盘鮈口吸盘；5. 云南盘鮈吻皮，示流苏结构；6. 长鳔盘鮈下颌及其基部沟中的丘状突；7. 长体盘鮈下颌角细胞放大；8. 云南盘鮈下颌基部沟中丘状突放大；9—10. 长体盘鮈须表面及放大，示呈簇状的味蕾和具不规则环状微脊的 Malpighian 细胞。

图版 II

11. 云南盘鮈口吸盘中央肉质垫及马蹄隆起，示乳突呈三角形分布；12—13. 云南盘鮈口吸盘后缘部分的乳突，分别示乳突上触手数目多（12）和触手数目少（13）的情况；14. 长体盘鮈口吸盘中央肉质及马蹄隆起，示中央肉质垫几乎布满乳突；15. 长体盘鮈口吸盘后缘部分的乳突，示乳突上触手数目多；16—17. 长鳔盘鮈（江河型）口吸盘中央肉质垫及马蹄隆起（右上角）（16）和口吸盘后缘部分的乳突（17），分别示乳突分布密集（16）和乳突上触手数目多（17）；18—19. 长鳔盘鮈（湖泊型）中央肉质垫、马蹄隆起和下颌基部沟中的丘状突（右上角）（18），中央肉质垫（左上方），马蹄隆起（右上角）和吸盘后缘部分（19），分别示乳突分布稀疏及乳突上的触手数目少；20—21. 长须盘鮈口吸盘后缘（20）、中央肉质垫和马蹄隆起（21），示乳突稀疏及乳突上的触手数目少。

参 考 文 献

伍献文等. 1977. 中国鲤科鱼类志（下卷）：384—388. 上海科学技术出版社.

林书颜. 1931. 南中国鲤鱼及似鲤鱼类之研究.

周 伟，刘德胜. 1990. 杞麓湖鲤属鱼类分化在鳃耙超微结构上的表达. 动物学报，**36** (3)：222—226；pl. I.

周 伟，崔桂华，刘德胜. 1993. 云南盘鮈口吸盘发育，表面亚显微结构及功能. 动物学报，**39**(2)：118—123.

黄顺友. 1989. 云南盘鮈属鱼类四新种. 动物学研究，**10** (4)：355—361.

褚新洛，周伟. 1988. 分类性状的类别及其对探索动物系统发育的意义. 四川动物，**7** (2)：15—18.

褚新洛，崔桂华. 1989. 盘鮈属. 见褚新洛，陈银瑞等，云南鱼类志（上册），281—186. 北京：科学出版社.

褚新洛，崔桂华，周伟. 1993. 盘鮈属鱼类的分类研究. 动物分类学报，**18**(2)：237—244.

Cui G H, Zhou W, Lan J H. 1993. *Discogobio multilineatus*, a new cyprinoid species from China (Teleostei: Cyprinidae). *Ichthyol. Explor. Freshwaters*, **4**(2): 155–160.

THE MORPHOLOGICAL DIFFERENTIATION AND ITS SIGNIFICATION OF SUCKING DISC OF THE GENUS *Discogobio*

Zhou Wei Cui Guihua Liu Desheng

(*Kunming Institute of Zoology, Academia Sinica* 650223)

The morphological differentiation of *Discogobio* is expressed in macro–structures and micro–structures. In the macro–structures, the differentiation showes the changes of sucking disc size that can be divided into two types. One type is the large sucking disc, whose posterior edge extend to or beyond anterior margin of eye vertically and

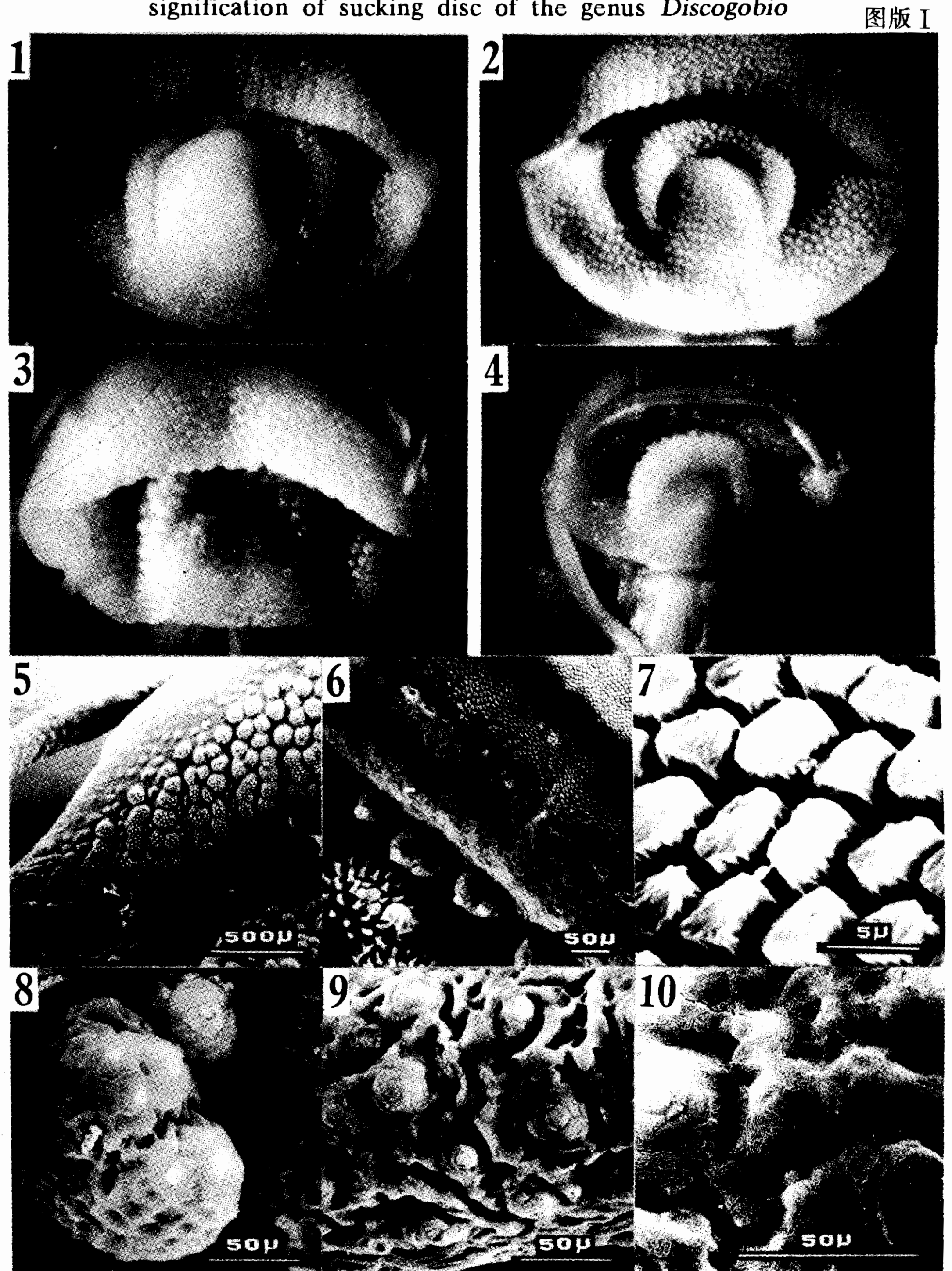
width of central pad is equal to or larger than the diameter of eye; another is the small sucking disc, whose posterior edge does not extend to anterior margin of eye vertically and width of central pad is smaller than the diameter of eye. Although the macro–morphology differentiation of sucking disc of *Discogobio* seems related to environment where every species lives, actually it is only a superficial phenomenon. Because *D. yunnanensis* with large sucking disc and *D. macrophysallidos* with small sucking disc can be found simultaneously in rivers as well as lakes or pools. So the authors consider that types of sucking disc may be a clue of recording the differentiating history of *Discogobio* rather than a clue of recording their adaptation for varied niches. The two groups with different types of sucking disc are two natural groups who were derived from an ancestor. In the micro–structures, the differentiation is expressed in changes of papillae distribution and tentacle numbers at the top of papillae. Based on the results observed by scanning electron microscopy and ecological information of *Discogobio*, it.is inferred that the distribution of papillae on disc and the tentacles at top of papillae are more connected with habitats of the fishes. When they evolved continually for adapting various environment, the two groups shown different ways in their micro–morphology. The development of large sucking disc group evolved mainly towards expanding distributive area of papillae on the central pad and increasing tentacle numbers at the top of papillae; in this group *D. elongatus* developed perfectly and more adapted swift current niches. The development of small sucking disc group evolved in two aspects respectively. One was of expanding distributive area of papillae on the central pad and increasing tentacle numbers at the top of papillae, so the adhensive ability of the sucking disc can be strengthened, such as rivers populations of *D. macrophysallidos*; another was not of strengthening the adhensive ability of the sucking disc, so the papillae on the sucking disc was scattered and with less tentacles and the ability of the fishes movement were developed by enlarging the diameter of eye and expanding the length of barbel, and *D. longibarbatus* is a representative. Therefore, the sucking disc morphological differentiation of *Discogobio* is a complex phenomena, which records the evolutionary history of *Discogobio* and adaptation of every species in the genus.

Key words: Cyprinidae, *Discogobio*, Sucking disc, Differentiation, Scanning electron microscopy

周伟等：盘鮈属类口吸盘的形态分化及其意义

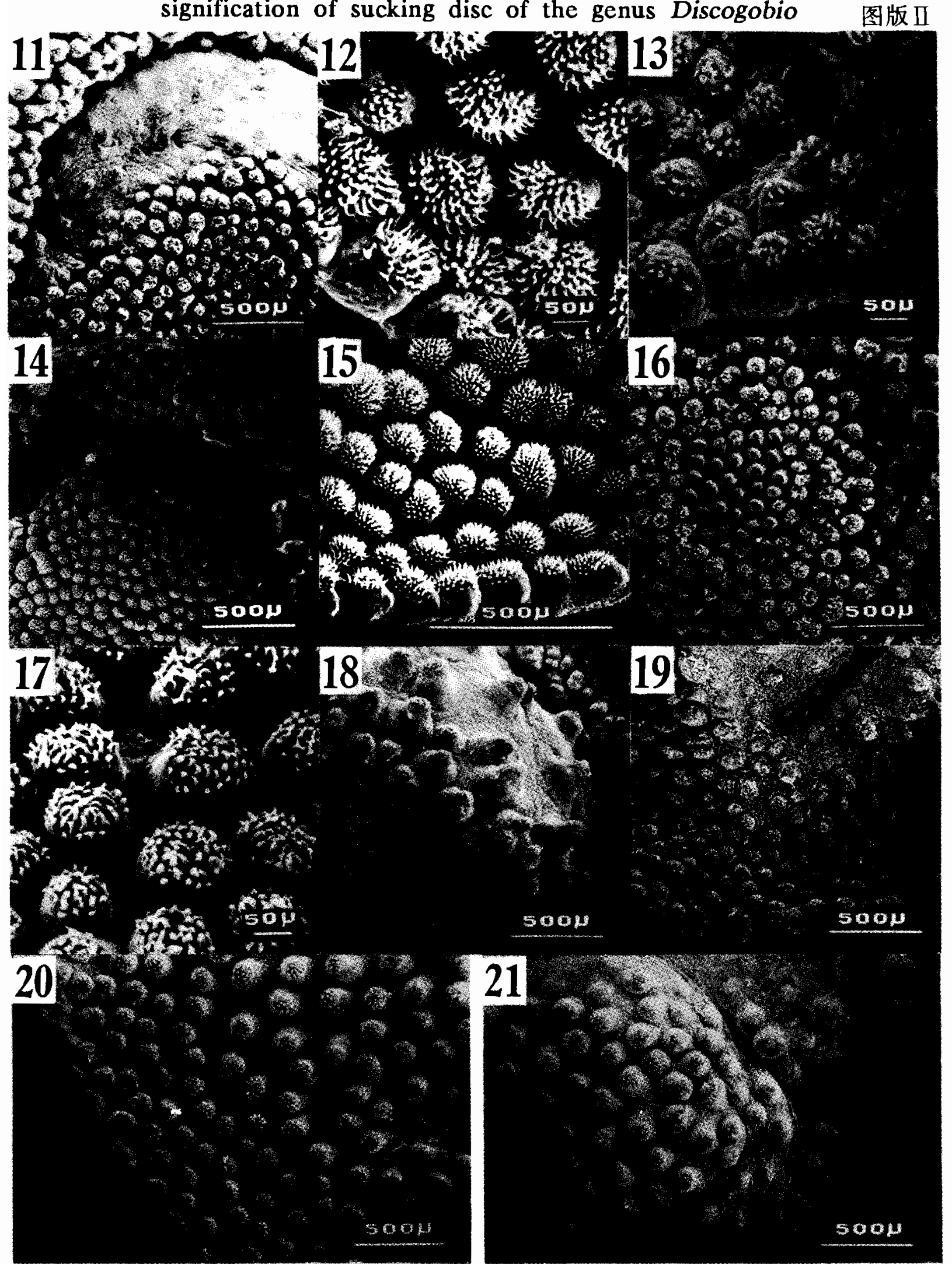
Zhou Wei *et al.* : The morphological differentiation and its signification of sucking disc of the genus *Discogobio*

图版 I



(图版说明见正文)

图版Ⅱ


11
500μ
12
50μ
13
50μ
14
500μ
15
500μ
16
500μ
17
50μ
18
500μ
19
500μ
20
500μ
21
500μ

(图版说明见正文)